植物学通报 2005, **22** (6): 668~672
Chinese Bulletin of Botany

实 验 简 报

盐碱地绒毛白蜡和苦楝种子抗盐萌发机理①

吴丽云　曹帮华②

(山东农业大学林学院　泰安　271018)

摘要　将盐碱地和正常地上采集的绒毛白蜡(*Fraxinus velutina*)和苦楝(*Melia azedarach*)种子在不同盐浓度下做发芽实验, 测定两类种子的发芽指标和幼苗的生理生化指标, 比较两种种子在不同盐胁迫下的发芽情况、幼苗保护性酶活性、可溶性蛋白和丙二醛含量的差异。结果表明: 绒毛白蜡比苦楝种子抗盐萌发能力强, 比较适合在盐碱地上种植。正常地上采集的两类种子的各项发芽指标高于盐碱地上采集的相应种子, 产自正常地的绒毛白蜡种子活力随盐胁迫的增强而逐渐增大, 苦楝却相反。盐碱地上采集的两类种子形成的幼苗的保护酶活性、可溶性蛋白含量高于正常地上采集的相应种子形成的幼苗, 以绒毛白蜡幼苗为最高; 丙二醛含量则是产自盐碱地的幼苗低于正常地幼苗, 以绒毛白蜡为最低。

关键词　绒毛白蜡, 苦楝, 种子, 抗盐性, 萌发特性

Germination Characteristics of *Fraxinus velutina* and *Melia azedarach* Seeds in Saline Land

WU Li-Yun　CAO Bang-Hua②

(*Forestry College, Shandong Agriculture University*, Tai'an　271018)

Abstract　Germination tests were performed on *Fraxinus velutina* and *Melia azedarach* seeds in saline and non-saline land under different NaCl stress. The germination indexes and biochemical indexes of the seedlings were measured to study the differences in germination abilities and protective enzymes. The salt resistance of *F. velutina* was better than that of *M. azedarach* seeds and the former was much fitter for cultivation in saline than the later. The germination abilities of the 2 kinds of seeds from non-saline land were better than those from saline land; the more NaCl stress, the stronger vigor of *F. velutina*, and vice versa with *M. azedarach*. But the activity of protective enzymes and content of soluble protein of seeds from saline land were higher (*F. velutina* seedlings had the highest activity) and the content of MDA was less (*F. velutina* seedlings had the lowest content) than those of seedlings from non-saline land.

Key words　*Fraxinus velutina*, *Melia azedarach*, Seed, Salt resistance, Germinating characteristic

①科技部项目(02EFN216700794) 资助。
②通讯作者。Author for correspondence.　E-mail: caobanghua@sdau.edu.cn
收稿日期: 2005-01-11　接受日期: 2005-05-09　责任编辑: 于昕

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t25-010

绒毛白蜡(*Fraxinus velutina*)和苦楝(*Melia azedarach*)是盐碱地区重要的绿化树种。种子萌发过程中由于盐胁迫引起膜脂过氧化作用, 质膜透性加大, 离子平衡失调, 代谢紊乱, 幼苗生长发育受到抑制(赵可夫, 1993), 使盐碱地播种育苗和造林十分困难。因此, 相比改盐等栽培措施而言, 选择抗盐良种是盐碱地育苗造林更为经济有效的手段, 具有重要的实践意义。本文对产自盐碱地和正常地的绒毛白蜡和苦楝种子的萌发生理进行了对比研究, 探讨了盐胁迫下两类种子的发芽和生理生化指标的差异性, 以期为两树种良种良法育苗造林提供理论基础。

1 材料和方法

1.1 实验材料

盐碱地上采集的绒毛白蜡(*Fraxinus velutina*)和苦楝(*Melia azedarach*)种子由山东省寿光市国有机械林场提供, 采种母树林土壤含盐量为3‰; 正常地上采集的绒毛白蜡和苦楝种子由山东省林木种子调剂中心提供, 两类种子均于 2003 年 11 月底种子饱满、胚发育完全时采集。盐碱地和正常地采集的绒毛白蜡种子千粒重分别为(2.292±0.12) g和(2.926±0.10) g; 盐碱地和正常地采集的苦楝种子去皮千粒重分别为(428.362±0.13) g和(496.258± 0.15) g。

1.2 种子处理

将绒毛白蜡种子置于初始温度为45 ℃水中, 每天换水 1 次, 浸泡 21 天后取出; 将苦楝种子去掉果梗, 放入大烧杯中, 用温水浸泡, 杯口用塑料布封好, 以利于保温, 促使果肉充分吸水膨胀。7 天后, 搓去果肉, 将种核用清水洗净, 剖开果核, 取出种子。然后对两类种子分别用 3‰ $KMnO_4$ 溶液消毒 30 分钟、无菌水冲洗 3 次后摆盘发芽, 进行同期发芽实验。

1.3 发芽实验

用光照发芽箱发芽, 滤纸发芽床, 每床摆放 50 粒吸胀的种子。发芽温度 25 ℃, 每天光照 24 小时。滤纸置于发芽皿内海绵上, 发芽皿设 6 个不同盐梯度(0、1‰、2‰、3‰、4‰和5‰)的盐溶液处理, 每个发芽皿中加入等量各梯度盐溶液, 在种子的萌发过程中, 根据种子萌发的耗水情况每天补充相应梯度的盐溶液至原刻度, 以保证种子顺利发芽。2 种材料、2 类采集地来源、6 种发芽条件共 24 个组合, 每个组合 4 次重复。

以正常地上采集的种子作对照(CK), 由其形成的幼苗简称CK苗; T代表盐碱地上采集的种子, 由其形成的幼苗简称T苗。从种子置床开始每天观察记录种子发芽数, 按GB2772-1999 国家标准, 绒毛白蜡第 7 天统计发芽势(%), 第14天统计发芽率(%); 苦楝第10天统计发芽势(%), 第 21 天统计发芽率(%)。

1.4 幼苗生理生化指标的测定

发芽结束后, 取子叶未展开的发芽幼苗进行各项生理生化指标的测定。

超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)活性的测定用抑制氮蓝四唑(nitro blue tetrazolium chloride, NBT)光化学还原法; 过氧化物酶(peroxidase, POD)活性的测定用愈疮木酚法; 丙二醛(malondialdehyde, MDA)含量的测定用分光光度计法; 可溶性蛋白含量的测定用考马斯亮蓝(G-250)染色法; 以上指标的测定均参考《植物生理生化实验原理与技术》(李合生等, 2002)。过氧化氢酶(catalase, CAT)活性的测定用紫外吸收法, 参照《植物生理学实验指导》(张治安等, 2004)。所有指标的测定均重复 3 次, 最终结果取 3 次实验的平均值。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫下不同产地的绒毛白蜡和苦楝种子萌芽能力差异比较

由图 1A 和 B 可见, 随着盐胁迫的逐渐增强, 产自正常地的绒毛白蜡种子的发芽率和发芽势呈现逐渐增加的趋势; 而苦楝种子则逐渐

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t25-010

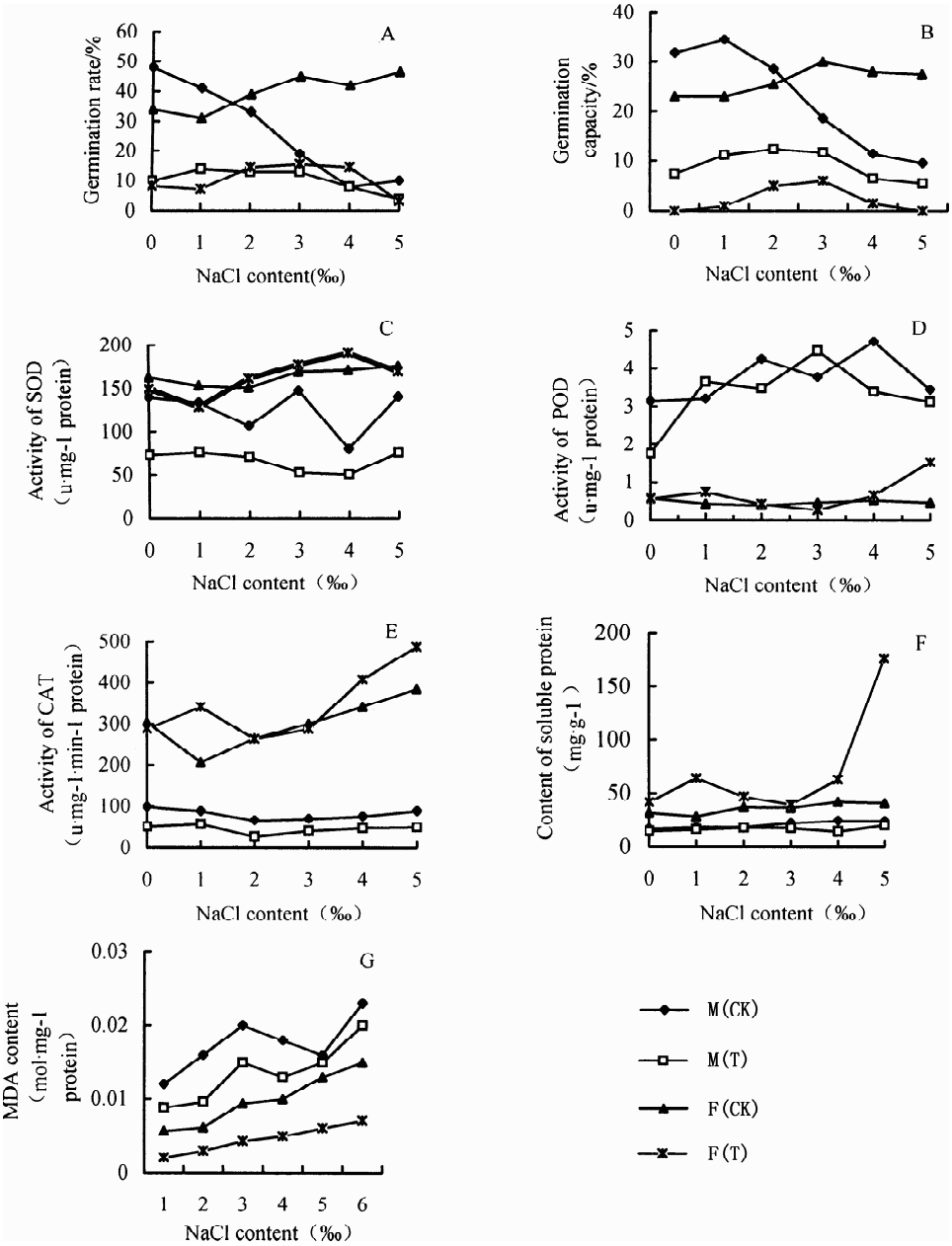


图 1 盐胁迫对白蜡(F)和苦楝(M)萌发特性影响

A. **种子发芽率**; B. **种子发芽势**; C. **幼苗** SOD **酶活性**; D. **幼苗** POD **酶活性**; E. **幼苗** CAT **酶活性**; F. **幼苗可溶性蛋白含量**; G. **幼苗** MDA **含量。**CK **为对照**, T **为盐胁迫组。**

Fig. 1 Germination characteristics of *Fraxinus velutina* (F) and *Melia azedarach* (M) under NaCl stress

A. Gemination rate of seeds; B. Germination capacity of seeds; C. SOD activity of seedlings; D. POD activity of seedlings; E. CAT activity of seedlings; F. Soluble protein content of seedlings; G. MDA activity of seedlings. CK is the control sample; T is growing under NaCl stress.

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t25-010

下降, 两者对盐胁迫的表现相反。产自盐碱地的绒毛白蜡和苦楝种子的上述指标变化平缓, 两者相差不大。同时, 对于来源不同的绒毛白蜡和苦楝种子而言, 随着盐胁迫的加剧, 产自正常地的种子的发芽指标均高于产自盐碱地的相应种子。按发芽指标进行排序, 萌发效果从高到低的顺序为: 产自正常地的绒毛白蜡种子、产自正常地的苦楝种子、产自盐碱地的绒毛白蜡和苦楝种子。

2.2 盐胁迫下不同产地的绒毛白蜡和苦楝种子的萌发幼苗保护酶活性差异比较

2.2.1 SOD 酶活性比较 SOD 酶作为生物体内清除超氧阴离子自由基的关键酶, 在一定程度上能够反映植物抵抗逆境伤害的能力。由图1C看出, 随着盐胁迫强度的逐渐增大, 不同产地的绒毛白蜡和苦楝幼苗, 其 SOD 酶活性均逐渐增大。绒毛白蜡幼苗的SOD酶活性普遍比苦楝幼苗高, 以产自盐碱地的绒毛白蜡幼苗为最高, 产自盐碱地的苦楝幼苗为最低。对于绒毛白蜡, 产自盐碱地的幼苗比产自正常地的幼苗SOD酶活性高, 但二者相差不大; 而苦楝却相反, 产自正常地的幼苗SOD酶活性变化剧烈, 产自盐碱地的幼苗则变化较平稳, 二者相差较大。方差分析显示: 绒毛白蜡和苦楝的 CK 苗与 T 苗的 SOD 酶活性差异均不显著(P>0.05)。

2.2.2 POD 酶活性比较 由图 1D 可见, 在不同强度的盐胁迫下, 苦楝幼苗的 POD 酶活性远高于绒毛白蜡幼苗。且随着盐胁迫的逐渐增强, 产自盐碱地和正常地的苦楝种子, 其幼苗的 POD 酶活性呈高低交替的变化趋势, 波动较大; 产自盐碱地和正常地的绒毛白蜡种子, 其幼苗的POD酶活性变化平缓, 与SOD 酶活性变化趋势相似。方差分析显示: 绒毛白蜡和苦楝的 CK 苗与 T 苗的 POD 酶活性差异均不显著(P>0.05)。

2.2.3 CAT 酶活性比较 根据图 1E 可明显看出, 两类幼苗的 CAT 酶活性均随着盐胁迫的加强呈上升的趋势, 与 POD 酶活性变化相反, 在不同强度的盐胁迫下, 绒毛白蜡幼苗的 CAT 酶活性远高于苦楝幼苗。且随着盐胁迫的逐渐增强, 绒毛白蜡幼苗的 CAT 酶活性变化较大, 苦楝幼苗则变化较缓和, 以产自盐碱地的绒毛白蜡幼苗 CAT 酶活性最大, 产自盐碱地的苦楝幼苗最小; 对于产地不同的绒毛白蜡幼苗, 其CAT酶活性是白蜡T＞白蜡CK, 而苦楝幼苗则是苦楝 CK ＞苦楝 T, 两者正相反。经方差分析: 绒毛白蜡和苦楝的CK苗与 T 苗的 CAT 酶活性差异均不显著(P>0.05)。

2.3 盐胁迫下不同产地的绒毛白蜡和苦楝种子的萌发幼苗可溶性蛋白含量的差异比较

在盐胁迫下, 植物体内的可溶性蛋白含量增加, 可能与逆境蛋白的产生有关, 有助于提高植物对盐胁迫的适应能力。由图 1F 可见, 随着盐胁迫的逐渐增强, 产自盐碱地的绒毛白蜡幼苗的可溶性蛋白含量明显高于产自正常地的绒毛白蜡幼苗和苦楝幼苗。产自盐碱地和正常地的苦楝幼苗, 其可溶性蛋白含量变化相差不大。

2.4 盐胁迫下不同产地的绒毛白蜡和苦楝种子的萌发幼苗质膜透性差异比较

MDA是植物在逆境下细胞膜发生膜脂过氧化作用的产物, 它能进一步损伤生物膜, 可以用来反映植物细胞对逆境条件反应的强弱, 是反映膜脂过氧化强弱的重要指标。本实验中, 由图1G可知, 随着盐胁迫的逐渐增强, 绒毛白蜡和苦楝幼苗的MDA含量均呈上升的趋势, 表明细胞膜受伤害的程度逐渐加大。苦楝苗MDA含量显著高于绒毛白蜡苗, 其中, 以产自正常地的苦楝幼苗的MDA含量最大, 产自盐碱地的苦楝幼苗次之, 产自盐碱地的绒毛白蜡苗 MDA 含量最低, 变化最为缓和。经方差分析, 绒毛白蜡 CK 苗和 T 苗的 MDA 含量差异极显著(P<0.01)。苦楝 CK 苗和 T 苗的 MDA 含量差异不显著(P>0.05)。

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t25-010

3 讨论

种子活力通常在生理成熟期达到高峰(Abdul-Baki, 1980), 它是衡量种子质量的一个重要指标(傅家瑞, 1985; Dell' Aquila , 1994)。产地不同的绒毛白蜡种子活力均高于同产地的苦楝种子, 这是两树种遗传基因不同造成的; 但种子发育过程中的环境也影响着遗传因子的表达。产自正常地的绒毛白蜡和苦楝种子其活力水平和幼苗生长均超过盐碱地种子, 可能与结种母树长期生长在盐胁迫的环境下影响了种子发育有关。因此, 即使是盐碱地造林, 也应当选择正常地上采集的种子, 这样更有利于保证造林效果。

生理生化研究表明, 盐逆境下绒毛白蜡和苦楝幼苗起作用的保护酶酶系不同。SOD、POD和CAT是植物体内的重要保护酶, 在清除自由基中起重要作用(汪耀富等, 1996), 其中POD和CAT是SOD的辅助酶。本研究中, 绒毛白蜡幼苗的SOD酶活性比苦楝幼苗略高。苦楝幼苗的POD酶活性显著高于绒毛白蜡苗, 而绒毛白蜡幼苗的CAT酶活性却显著高于苦楝苗。即在盐胁迫下绒毛白蜡幼苗起主要作用的保护酶是SOD和CAT, 而苦楝幼苗则是SOD和POD发挥作用, 反映出两树种抗逆机理的不同。

研究显示绒毛白蜡种子比苦楝种子具有更强的抗盐萌发能力。产地相同的绒毛白蜡和苦楝种子, 前者的发芽率和发芽势均高于后者说明了这一点。盐胁迫下绒毛白蜡幼苗的SOD、CAT的活性和可溶性蛋白含量都高于苦楝幼苗, MDA含量明显低于苦楝幼苗再次证明了这一点。因此, 绒毛白蜡比苦楝更适合在盐碱地上种植。

参 考 文 献

傅家瑞 (1985) 种子生理. 科学出版社, 北京, pp. 68-68

李合生 (2002) 植物生理生化实验指导. 高等教育出版社, 北京, pp. 164-185, 260-261

汪耀富, 韩锦锋, 林学梧 (1996) 烤烟生长前期对干旱胁迫的生理生化响应研究. 作物学报, **22:** 117-122

赵可夫 (1993) 植物抗盐生理. 中国科技出版社, 北京, 1-320

张治安, 张美善, 蔚荣海 (2004) 植物生理学实验指导. 中国农业科学技术出版社, 北京, pp. 136-137

Abdul-Baki AA (1980) Biochemical aspects of seed vigor. *HortScience*, **15:** 765-771

Dell'Aquila A (1994) Wheat seed ageing and embryo protein degradation. *Seed Science Research*, **4:** 293-298

https://www.sciengine.com/doi/10.3724/CBB-t25-010